

# 통풍형 화생방 집단보호시설 설계요건

## The design requirements of NBC Collective Protection Systems

이훈희\*, 권용수  
(국방대학교)

### 1. 서 론

북한은 경제적인 어려움에도 불구하고 대량살상무기인 화생방 무기의 개발을 지속적으로 추진하고 있다. 이에 대한 대응책으로 군 및 공공기관에서는 개인보호장비 착용이 필요없고 장기간 보호받을 수 있는 집단보호시설을 준비하고 있다. 그러나 최초부터 고객과 이해관계자의 요구를 적절히 반영하지 못하고 있어 정상적인 시스템 기능을 갖추지 못하고 있는 실정이다.

집단보호시설 기술수준이 선진국에 비해 초보적이며 요건도출에 있어서도 다학문적 접근, 이해관계자의 참여, 수명주기적 관점, 외부시스템과의 관계 및 운용환경 등을 고려한 체계적인 도출절차 없이 장비위주로 설치해 왔다. 또한 척도가 명확히 제시되지 않아 정상작동여부를 확인하기도 곤란하였다.

이러한 관점에서 본 연구는 시스템엔지니어링 접근방법을 적용하여 운용환경, 고객 및 이해관계자의 요구를 충족하는 군의 통풍형 화생방 집단보호시설 설계요건을 대표적인 CASE (computer aided systems engineering) 도구인 CORE 5.0을 사용하여 도출하였다. 연구과정은 임무요건에 따른 이해관계자의 요구사항 식별로부터 운용개념 시나리오, 콘텍스트 분석, 외부 시스템도, 요건분석, ORD 작성, 기능아키텍처, 물리아키텍처, 운용아키텍처를 구성하였고 최종으로 시스템기술서(systems discription document)를 생성하여 설계요건을 제시하였다.

### 2. 화생방무기 위협과 집단보호시설

1980년대부터 독가스 세균무기를 생산해오고 있는 북한은 화학무기를 2500~5000 톤 보유하고 있으며 탄저균, 천연두, 콜레라 등의 생물무기를 자체적으로 생산할 수 있는 능력을 보유하고 있는 것으로 추정된다. 또한 핵무기를 보유하고 있다는 확실한 증거는 없으나, 1922년 5월 IAEA 사찰 이전에 추출한 10-14kg의 플루토늄으로 6-8kg 임계질량의 핵무기 1-2개를 제조했을 가능성이 있는 것으로 추정된다.<sup>1</sup> 특히 170밀리 자주포와 240밀리 방사포는 사거리가 수도권까지 미치고 있어 현 진지에서 대량 집중사격이 가능하며 중·장거리 미사일을 자체 생산하여 배치하는 등 장거리 공격능력도 갖춘 것으로 판단된다.<sup>2</sup>

화생방 집단보호시설은 이러한 화생방 무기로부터 대피인원이 개인보호장비 착용없이 장기간 생존성을

보장받고 임무수행과 휴식 등을 취할 수 있도록 구축된 시설물이다. 화생방 집단보호시설은 화생방 무기로부터의 방호를 위해 다양한 기능을 수행해야 한다. 미국의 화생방집단보호시설 설계요건은 표 1과 같다.

Table 1. NBC CPS Considerations

구 분	화생방 관련 고려사항
Engineering design handbook for air cleaning for chemical demilitarization (MIL-HDBK-144, 1978.12)	양압, 음압, 오염지역구분, 배기시스템, 작용제 제거 방법, 필터용량, 통풍비율, 통제시스템, 작용제 감시 시스템, 긴급대응시스템, 오염물폐기, 공기여과
Basic guidelines for chemical warfare hardening of new military facilities (MIL-HDBK-1040, 1989. 2)	오염지역구분, 기계실, 방폭문, 통풍시스템, 에어락, 감시, 예비시스템, 공기여과시스템, 오염배수구 및 오염수 저장탱크
Grounding, bonding, and shielding for electronic equipments and facilities (MIL-HDBK-419A, 1987.12)	High-altitude EMP(HEMP) 방호 Surface-burst EMP(SEMP) 방호 Other EMP Phenomena 방호

국내 화생방 집단보호시설에 대해 군은 사단급 이상 지휘소에 가스입자여과기 KM 6A1, KM 9A2, KM 12A2가 설치되어 있으며 민간의 경우는 민방위 기본법에 따라 대피소1 등급 시설에만 화생방 방호가 가능하도록 설계하고 있다. 그러나 국내 설치운용 중인 통풍형 화생방 집단보호시설은 선진국에 비하면 아직 초보적인 수준으로 다음과 같은 문제점을 지니고 있다. 첫째, 필요한 설비가 최초부터 제대로 식별되지 않아 제 기능을 발휘할 수 없다. 둘째, 외부 시스템들과의 관계설정이 제대로 고려되지 않아 시스템이 비효율적이고 작동불능요인이 항상 잠재되어 있다. 셋째, 화생방 집단보호시설 모든 기능에 대한 유기적 통합이 미흡하다. 따라서 국내 화생방 집단보호시설의 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 설계요건에 대한 개선이 요구된다.

### 3. 통풍형 NBC CPS 설계요건 도출

#### 3.1 고객과 이해관계자 요구 식별

시스템엔지니어링은 다학문적 접근방법이며 최초개발 단계, 요건문서화에서부터 고객의 요구와 요구된 기능에 초점을 맞추며 설계조합과 시스템 확인과정으로 진행한다.<sup>3</sup> 요건도출(requirements derivation)은 고객과 이해관계자의 요구로부터 시작되며 군 화생방 집단보호시설의 이해관계자는 표 2와 같다.

Table 2. NBC CPS Stakeholder

구분	이해관계	대상
운영자(Operator)	• 전체시스템을 조정통제	2명 (1년이상 경력자)
정비자	• 시스템을 수리정비하여 항상 가동상태로 유지 • 시스템 가동간 정상가동을 감시하고 오류 발생시 예비시스템 가동간 오류제거	2명 (10년이상 경력자)
화생방 요원	• 시스템이 자동으로 작동되지 않을 경우 또는 수동작동시 설비조작 • P.D.I 운용, 제독 및 정찰장비 조작	14명 (현역 병)
관리자	• 시스템에 대한 유지, 개선계획을 작성 및 예산을 편성하여 집행	3명 (10년이상 경력자)
대피인원(사용자)	• 실제 주대피실(TFA)에 대피하여 임무를 수행하는 인원들	군 훈련참가자
시험평가 전문가	• 주기적으로 설비의 정상적동여부를 전문 장비를 이용 시험평가	화학방어 연구소 시험평가 군무원
시설 책임자	• 화생방 대피시설을 포함한 전체 시설운영 책임자	2명 (1년이상 경력자)
화생방 무기 및 집단보호 전문가	• 화생방 무기에 대한 전문가 • 화생방 집단보호시설 설비분야별 전문가	화학학교 교관

이해관계자가 달성해야 할 임무요건(Mission Requirements)은 이해관계자들 본래의 목적과 관련되어 다음과 같이 정의된다.

‘통풍형 화생방 집단보호시설은 100명의 대피인원에 대하여 화학작용제, 생물학작용제, 20kt 핵무기 표면폭발 각각의 상황하에서 방호를 제공함으로써 추가적인 보호장비 착용 없이 안전하게 임무수행 가능한 환경을 제공해야 한다.’

임무요건(mission requirements)에 따른 이해관계자의 요구를 기술한 운용개념은 당사자와의 토의, 설문 및 관련 기록문서를 참고로 진행 되었다. 이해관계자 그룹별 요구를 토의 과정을 통해 여러 단계의 시나리오로 작성하였으며 운용개념에 부합된 시나리오로 작성하여 반영하였다. 그룹은 대피자 그룹, 운용자 그룹, 화생방요원 그룹, 정비 관리자 그룹, 시험 평가 그룹으로 구분하였다.

그룹별 시나리오에서 대피자 그룹은 화생방 무기 방호, 오염지역 출입, 오염시 치료가 화생방 요원그룹은 시스템 접근, 센서정보 확인, 시스템 원격조정, 정찰, 제독 및 오염폐기물 처리 시나리오가 로 작성되었고 정비 관리자 그룹은 시스템 오류감시 및 시스템 정비 시나리오를 시험평가 그룹은 시스템 자체진단 및 모의장치 사용 시나리오를 각각 작성하였다.

### 3.2 콘텍스트 분석

그룹별 시나리오는 콘텍스트도(context diagram)를 통하여 다루고자 하는 시스템들간의 상호작용을 그림 1과 같이 식별하였다. 외부시스템은 6개가 식별되었고 운용자와 시스템, 대피자와 시스템, 전체 건물과 시스템, ILS와 시스템간에 인터페이스가 필요하다.

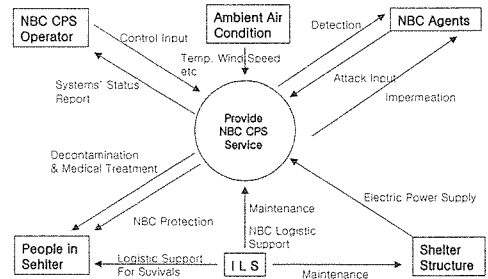


Fig. 1 Context Diagram

콘텍스트도(context diagram)와 이해관계자의 시나리오로부터 개발하고자 하는 시스템의 경계를 정하면 외부시스템이 식별된다. 이들 외부시스템들의 상호작용은 그림 2와 같으며 IDEF0로 나타내었다.

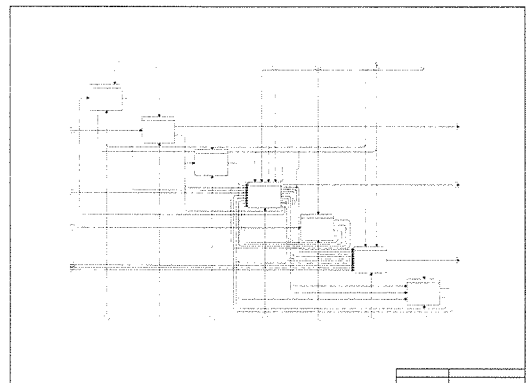


Fig. 2 A-1 External Systems Diagram

시스템 설계시 고객과 이해관계자의 요구에 대해 엔지니어는 많은 사항을 결정해야 한다. 이때 가치곡선과 가중치를 적용한 목적계층구조(objectives hierarchy)를 이용하여 기본적인 판단기준으로 활용할 수 있다. 목적계층구조는 세부수준으로 분해될 수 있으며 계층구조를 갖게 된다. 화생방 집단보호시설의 목적에 대한 계층구조는 우선순위에 의한 가중치(rank order centroid)를 적용하였다.<sup>1</sup>

이해관계자와 고객 요구는 다음과 같이 13개 분야로 구분하였으며 관련 기술과 표준에 대한 기준을 검토하여 측정가능한 척도로 요건을 도출하였다.<sup>2</sup>

- Air purification, Overpressure systems requirements : 10cfm/인, 0.6 inch-H2O
- Shelter-airtight systems requirements : CARC, Water proof, Airtight
- Nuclear-Blast Resistance, NEMP systems requirements : 6-18bar, EMP protection
- Early warning systems requirements : LIDAR, Alarm and Signal
- Decontamination systems requirements, NBC Disposal systems requirements : Storage, Incenerator, Decon-Solution
- Sensor monitor systems requirements, NBC Control systems requirements

- Air-environment systems requirements : O2 16%, CO2 3%
- NBC Medical treatment systems requirements
- Redundancy systems requirements

#### 4. CORE를 이용한 SDD 산출

##### 4.1 요건의 입력과 기능아키텍처

CORE 프로그램은 CASE 도구로서 측정가능한 척도로 기술된 요건에 대한 입력기능으로부터 기능아키텍처, 물리아키텍처, 운용아키텍처 작성 기능을 제공하며 스크립트 생성기능으로 시스템기술서를 산출할 수 있도록 한다.

요건입력은 초기요건(originating requirements) 항목을 이용하여 계층구조로 작성하였다. 요건에 따라 필요한 기능은 13개로 식별되었으며 이들에 대한 입력 및 출력 관계를 그림 3과 같이 IDEF0로 나타내었다.

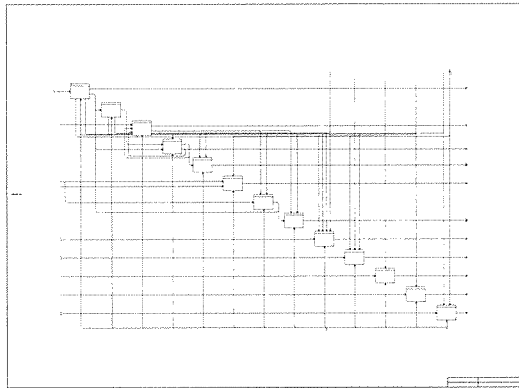


Fig. 3 A0 System-level IDEF0

기능간 입력 및 출력 관계가 결정되면 기능의 시차적 수행의 표현을 위하여 거동모델을 구성한다. 시스템 거동은 CORE의 기능흐름블럭선도(FFBD)로 작성하였으며 기능과 입출력들을 시간순서에 따른 순차적인 계층적 구조의 분해를 통해 논리적으로 표현했다.<sup>5)</sup> 식별된 기능들의 거동모델은 그림 4와 같으며 거동모델의 논리적 오류 검증은 CORE의 시뮬레이터 기능을 이용하여 확인된다.

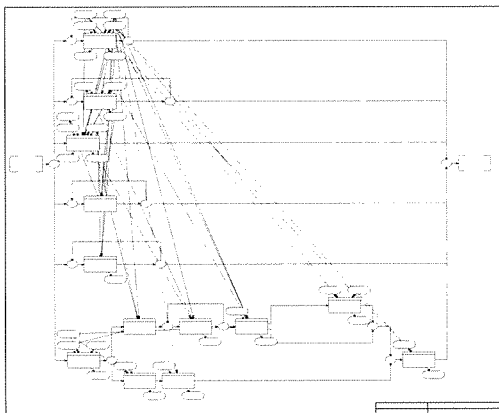


Fig. 4 Functional Behavior Model

##### 4.2 물리아키텍처 및 운용아키텍처

화생방 집단보호시설의 물리아키텍처는 기능아키텍처의 모든 기능을 수행할 수 있도록 구성해야한다. 물리아키텍처는 13개 기능을 수행하기 위해 1:1 대응되는 13개의 하부시스템으로 그림 5와 같이 계층구조로 구성하였다.

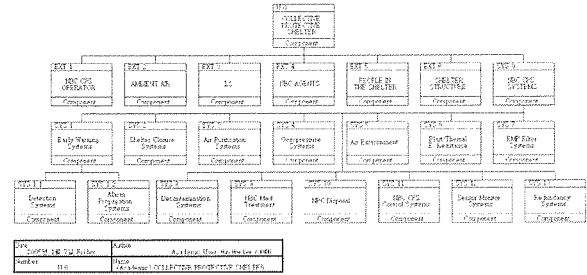


Fig. 5 Physical Hierarchy

기능아키텍처와 물리아키텍처가 완성되면 운용아키텍처를 구성한다. 운용아키텍처 구성은 기능아키텍처의 물리아키텍처 할당, 도출된 입력과 출력요소, 인터페이스 등을 포함한 시스템 설계에 대한 완전한 기술(description)을 제공한다. 운용아키텍처는 다음의 주요 5가지 활동이 이루어진다.

- 기능을 물적 요소에 할당
- 기능적 활동과 컨트롤 구조에 대한 정의 및 분석
- 성능과 위험분석의 수행
- 문서화 및 승인의 획득
- 하위 시스템의 규격화

운용 아키텍처는 그림 6의 구조로 표현된다.

운용아키텍처를 완성한 후 CORE의 스크립트 생성기능을 이용하여 최종 산출물인 시스템 기술서(SDD)를 생성하였다.

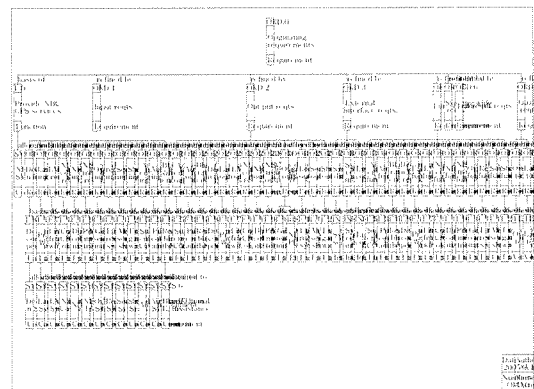


Fig. 6 Operational Architecture Hierarchy

## 5. 결론

북한의 대량살상무기 위협이 현존함에도 불구하고 군 및 공공기관의 대피시설은 아직도 재래식무기 방호수준에 있으며 집단보호 설비가 갖추어진 대피시설도 고객과 이해관계자의 의견이 충분히 반영되지 못하여 정상적인 작동을 보장하지 못하고 있는 실정이다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 대표적인 CASE 도구

인 CORE 5.0을 사용하여 설계요건을 도출하였다. 시스템 구현을 위한 요건, 기능, 물리, 운용 아키텍처를 구성하였고 최종적으로 시스템에 대한 기술서를 산출함으로써 통풍형 화생방 집단보호시설 설계시 활용할 수 있도록 하였다.

#### 참고문헌

- [1] 국방부, 『대량살상무기 문답백과』, 2004.p.35.
- [2] 국방부, 『국방백서』, 2004. pp.37~43.
- [3] <http://www.incose.org/practice/whatisystemseng.aspx>
- [4] Dennis M. Buede, 『The Engineering Design of Systems』. New York : John Wiley & Sons, Inc, 1999. p.149
- [5] 국방부, 『화생방방호시설 유지관리 지침 설정연구』, 2002. pp. 20~114
- [6] 민성기, 권용수, 『시스템엔지니어링 입문』, 서울 : 문원, 2002. pp.76~81.